

Air filter especially for commercial kitchens has filter plate with parallel filter elements with narrow interspace inbetween in which water jets are directed to produce water curtain

Patent number: DE10127678

Publication date: 2003-01-02

Inventor: SCHMALHOFER BRIGITTE (DE)

Applicant: SCHMALHOFER BRIGITTE (DE)

Classification:

- international: B01D45/10; B01D45/08; B01D45/06; F24C15/20

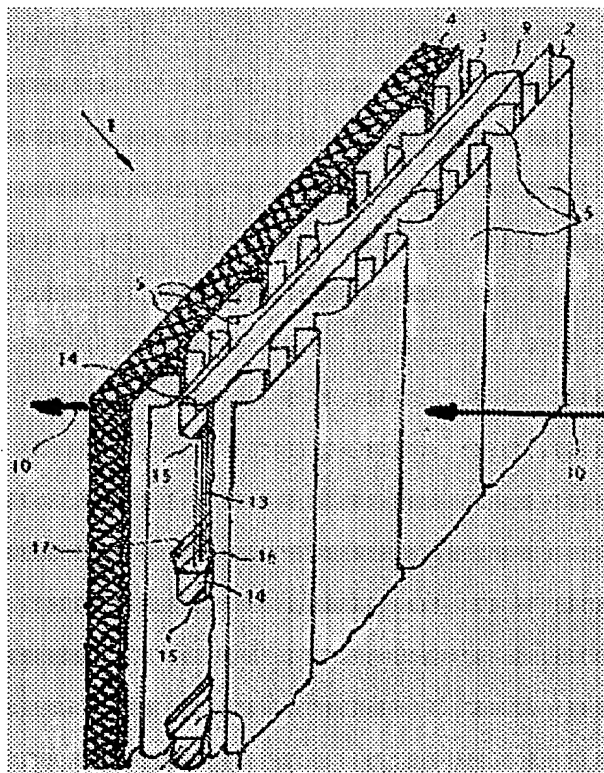
- european: B01D45/08; B01D45/10; B01D47/06; F24C15/20; F24C15/20D

Application number: DE20011027678 20010610

Priority number(s): DE20011027678 20010610

#### Abstract of DE10127678

The air filter comprises a filter plate (1) with two or more parallel plate like filter elements (2, 3, 4) with a narrow flat interspace (9) inbetween and with water jets (15) directed into the interspace and associated with water receptacles such as inclined grooves (16) to create a water curtain (13) which covers more than half the flat area extension of the flat interspace. The distance between the water jets and the receptacles should be no more than 15 cm.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 27 678 A 1**

⑤① Int. Cl.7:  
**B 01 D 45/10**  
B 01 D 45/08  
B 01 D 45/06  
F 24 C 15/20

⑳ Aktenzeichen: 101 27 678.8  
㉔ Anmeldetag: 10. 6. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 2. 1. 2003

**DE 101 27 678 A 1**

㉑ Anmelder:  
Schmalhofer, Brigitte, 94527 Aholming, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Frhr. Riederer von Paar, 84028 Landshut

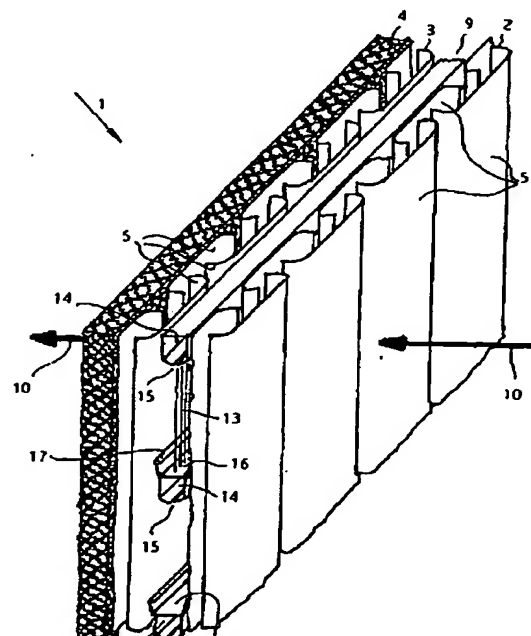
㉓ Erfinder:  
gleich Anmelder

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Luftfilter und Verfahren zu seinem Betrieb

⑤⑦ In der Filterplatte (1) eines Luftfilters für Großküchen sind parallel wenigstens zwei plattenförmige Filterelemente (2, 3, 4) hinsichtlich der Luftströmungsrichtung hintereinander, mit einem dazwischen liegenden schmalen flachen Zwischenraum (9) angeordnet, in dem sich parallel zu den plattenförmigen Filterelementen (2, 3, 4) gerichtete Wasserdüsen (15) und auf diese ausgerichtete Wasser-Auffangarmaturen (16) zur Erzeugung eines Wasservorhangs (13) befinden, der zumindest mehr als die Hälfte der Flächenerstreckung des flachen Zwischenraums (9) belegt, so daß man im Luftfilterbetrieb zwischen den Wasserdüsen und den Wasser-Auffangarmaturen einen zusammenhängenden Schwallwasservorhang erzeugt. Hierdurch wird die Filterwirkung verbessert und die Brandsicherheit erhöht.



**DE 101 27 678 A 1**

## DE 101 27 678 A 1

1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Luftfilter, bestehend aus einer Filterplatte, in der parallel wenigstens zwei plattenförmige Filterelemente, hinsichtlich der Luftströmungsrichtung hintereinander, mit einem dazwischen liegenden schmalen flachen Zwischenraum angeordnet sind, insbesondere zur Verwendung bei Großküchen, und auf ein Verfahren zu seinem Betrieb.

[0002] Die von solchen Luftfiltern zu reinigende Abluft weist bei Großküchen insbesondere einen hohen Anteil an Fett- und Öldämpfen auf, die im Filter kondensieren sollen. Sie lagern sich dort in fester und flüssiger Form an den Oberflächen der Filtermaterialien an und laufen teilweise an diesen herunter, um dann aufgefangen und abgeleitet zu werden. Eines der Bestreben ist es, die Filterwirkung sowohl hinsichtlich der fetten Bestandteile als auch hinsichtlich sonstiger, beispielsweise geruchsintensiver Abluftkomponenten zu verbessern, und andererseits, die Brandsicherheit zu erhöhen. Speziell Fett und Öl, das sich im Filter und in Restmengen auch noch im nachgeschalteten Abluftkamin an den Wänden ablagert, ist leicht brennbar und erzeugt nach Entzündung eine sehr hohe Verbrennungstemperatur. Zahlreiche Bau- und Betriebsvorschriften betreffen die Eindämmung des Brandrisikos.

[0003] Die verwendeten Filter für die Großküchen-Abluftfilterung sind insbesondere Wirbelstromlamellenfilter, die häufig mit einem Gestrickfilter in Hintereinanderschaltung angeordnet sind. Wirbelstromlamellenfilter sind an sich beispielsweise aus der DE 35 42 358 A und der DE 44 27 074 A bekannt. Aus der DE 88 05 123 U ist es auch bekannt, die Lamellenoberfläche für den Filterungsvorgang zu benetzen, indem man sie mit Wasser herieselt. Und aus der DE 34 07 219 C ist es bekannt, die Oberflächen der Filterlamellen eines Staubfilters zu benetzen und Flüssigkeit in der zu filternden Luft fein zu zerstäuben, wodurch die Ausscheidung von Staupartikeln begünstigt wird. Eine vergleichbare Technik ist auch bei einem Staubfilter nach der DE 24 16 195 C bekannt.

[0004] Durch die Erfindung soll die Filterwirkung insbesondere hinsichtlich der Ausfilterung fetter Komponenten aus der Abluft noch weiter verbessert und obendrein der Brandschutz verbessert werden.

[0005] Dies wird gemäß der Erfindung dadurch erreicht, daß sich im Zwischenraum parallel zu den plattenförmigen Filterelementen gerichtete Wasserdüsen und auf diese ausgerichtete Wasser-Auffangarmaturen zur Erzeugung eines Wasservorhangs befinden, der mehr als die Hälfte der Flächenerstreckung des flachen Zwischenraums belegt. Hierdurch wird ein Filterungsverfahren ermöglicht, bei dem man im Luftfilterbetrieb zwischen den Wasserdüsen und den Wasser-Auffangarmaturen einen zusammenhängenden Schwallwasservorhang erzeugt. Das Verfahren wird vorteilhafterweise so ausgeführt, daß man für den Schwallwasservorhang Wasser mit einem darin gelösten Fettlösungsmittel verwendet, und daß man das Wasser für den Schwallwasservorhang von den Wasser-Auffangarmaturen zu den Wasserdüsen rezirkuliert.

[0006] Von Bedeutung ist hierbei, daß Schwallwasser und nicht Sprüh- oder Spritzwasser eingesetzt wird. Dies bedeutet einen in allen Richtungen zusammenhängenden Wasservorhang, in den der quer dazu strömende Abluftstrom örtliche Löcher reißt.

[0007] Die Konstruktion ist vorzugsweise so gewählt, daß sich im Zwischenraum mehrere parallele Reihen von Wasserdüsen und Wasser-Auffangarmaturen befinden, wobei der Abstand zwischen den Wasserdüsen und den dazugehörigen Wasser-Auffangarmaturen jeweils nicht mehr als

2

15 cm beträgt. Die parallelen Reihen schließen hierbei übereinander unmittelbar aneinander an und dürfen im einzelnen nicht so hoch sein, daß der Luftstrom den Wasservorhang übermäßig auslenkt und über die zumeist als Rinne ausgebildete Wasser-Auffangarmatur hinaus verschiebt. Je nach der Luftströmungsgeschwindigkeit und der Trägheit und Geschwindigkeit der Wassermassen kann es vorteilhaft sein, die Wasserdüsen und die Auffangarmaturen vertikal übereinander anzuordnen, so daß das Wasser gerade herunterfällt, oder mit einer seitlichen Neigung anzuordnen, so daß ein durch den Luftstrom aus der Vertikalen verschobener Wasservorhang noch ausreichend sicher von der Wasser-Auffangarmatur aufgefangen wird.

[0008] Eine nennenswerte Verbesserung der Filterfunktion ist dadurch zu erwarten, daß von den plattenförmigen Filterelementen wenigstens eines ein Filterelement aus Wirbelstromfilter-Lamellen und wenigstens eines ein Filterelement aus einem Drahtgitter, insbesondere ein Gestrickfilter, sind, und zwar speziell bei der Besonderheit, daß die Filterplatte drei plattenförmige Filterelemente, nämlich zwei Filterelemente aus Wirbelstromfilter-Lamellen und ein Filterelement aus Drahtgitter, umfaßt und sich die Wasserdüsen und Wasser-Auffangarmaturen im Zwischenraum zwischen den Filterelementen aus den Wirbelstromfilter-Lamellen befinden. Der Wasservorhang liegt dadurch nahe den Verwirbelungszonen der Luft und ergibt eine gute Ausfilterung der ausfilterbaren Komponenten.

[0009] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

[0010] Fig. 1 einen perspektivisch dargestellten Ausschnitt aus einer Filterplatte eines erfindungsgemäßen Luftfilters;

[0011] Fig. 2 eine Draufsicht auf den Ausschnitt von Fig. 1;

[0012] Fig. 3 eine Stirnseitenansicht des Ausschnittes von Fig. 1;

[0013] Fig. 4 eine Stirnseitenansicht einer abgewandelten Ausführungsform;

[0014] Fig. 5 die Stirnseitenansicht einer mit erfindungsgemäßen Luftfiltern ausgestatteten Dunstabzugshaube, wobei diese Haube und die einzelnen Filterplatten zur Darstellung ihrer inneren Konstruktion aufgeschnitten dargestellt sind;

[0015] Fig. 6 eine Seitenansicht der Dunstabzugshaube von Fig. 5, wobei diese Haube aufgeschnitten dargestellt ist.

[0016] Fig. 1 zeigt in perspektivischer Darstellung die Filterplatte 1 eines Luftfilters, zu dem weiterhin noch ein die Elemente der Filterplatte 1 zusammenhaltender Rahmen, ein Gehäuse und Anschlußarmaturen (nicht dargestellt) gehören. Die dargestellte Filterplatte weist drei parallele plattenförmige Filterelemente auf, nämlich ein erstes Lamellenfilterelement 2, ein zweites Lamellenfilterelement 3 und ein Gestrickfilterelement 4. Die Lamellenfilterelemente sind aus einzelnen senkrecht stehenden Strömungsumlenk-Lamellen 5 aufgebaut, die ein C-Profil haben und mit diesem in abwechselnder Orientierung ineinandergesteckt sind, wodurch an den Umlenkstellen Wirbel entstehen, die zu einer Ausfällung von Fett und Öl aus der Abluft führen können. Die Lamellen verlaufen von oben nach unten, und zwischen dem ersten Lamellenfilterelement 2 und dem zweiten Lamellenfilterelement 3 liegt ein flacher schichtförmiger Zwischenraum 9. Die Abluft 10, deren Strömung durch strömungsabwärts gelegene Verdichter verursacht wird, trifft zunächst mehr oder weniger rechtwinklig auf das erste Lamellenfilterelement 2 auf, durchsetzt dieses, durchquert den Zwischenraum 9, durchsetzt dann das zweite Lamellenfilterele-

DE 101 27 678 A 1

3

ment 3 und schließlich das Gestrückfilterelement 4, dessen Funktion neben einer gewissen ergänzenden Ablagerungsfunktion – es hauptsächlich ist, den Luftstrom innerhalb der Filterplatte 1 zu verlangsamen.

[0017] Innerhalb des Zwischenraums 9 wird nun ein Schwallwasservorhang 13 erzeugt, der dort in mehreren Stufen übereinander gebildet wird. Das Wasser für diesen Wasservorhang 13 kommt für jede Stufe durch einen Zulaufkanal 14 mit einem leichten Überdruck und tritt durch eine Schlitzdüse 15 nach unten aus, wo es wie eine Wasserwand abwärts strömt und unten von einer Auffangrinne 16 aufgenommen und abgeleitet wird. Der nächste Zulaufkanal 14 schließt sich unmittelbar unten an die Auffangrinne 16 an, und im Abstand unter diesem Kanal 14 befindet sich die nächste Auffangrinne 16. Nur der oberste Kanal 14 ist ohne Auffangrinne 16, und an die in der Zeichnung nicht mehr sichtbare – unterste Auffangrinne 16 schließt sich kein Kanal 14 mehr an. Eine beispielsweise 1 m hohe Filterplatte kann so in fünf bis zehn Stufen des Wasservorhangs 13 unterteilt sein. In Fig. 1 ist der Wasservorhang 13 nur in der obersten Stufe angedeutet.

[0018] Die Zulaufkanäle 14 mit den Auffangrinnen 16 laufen parallel zueinander mit leichtem Gefälle, das die Wasserableitung in den Rinnen 16 erleichtert, über die Querstreckung der Filterplatte. Am einen Ende der Filterplatte sind die Zulaufkanäle 14 an eine Wasserversorgung angeschlossen und am anderen Ende sind die Auffangrinnen 16 an eine Wasser senke, beispielsweise ein Sammelrohr, angeschlossen; diese Anschlüsse sind in der Zeichnung nicht dargestellt. Die Auffangrinnen 16 weisen an die Luftabströmseite eine nach innen umgeschlagene Abrieckante 17 auf, die dazu dient, zu verhindern, daß mit der Luftströmung Wasser über den entsprechenden Rinnenrand gespült wird.

[0019] Im Filterbetrieb drückt die Abluft 10 seitlich auf den Wasservorhang 13, biegt ihn etwas aus und durchsetzt ihn in Form einer Vielzahl von Luftblasen, die bei dieser Gelegenheit Fett, Öl und Schwefelstoffe an das Wasser abgeben. Zweckmäßigerweise wird für den Wasservorhang 13 Wasser mit darin gelöstem Fettlösungsmittel verwendet, so daß der Abtransport des aus der Abluft extrahierten Fettes und Öls erleichtert ist. Das von der Auffangrinne 16 gesammelte Wasser des Wasservorhangs wird dann gefiltert und in einem Rezirkulationsverfahren wieder in die Zulaufkanäle 14 eingespeist.

[0020] Die dargestellte Konstruktion kann in mehrfacher nicht dargestellter Weise abgewandelt werden, beispielsweise kann die Filterplatte 1 auch nur aus einem einzigen Lamellenfilterelement und dem Gestrückfilterelement bestehen, zwischen denen der Zwischenraum 9 mit dem Wasservorhang 13 liegt; oder dieser Zwischenraum mit dem Wasservorhang kann auch, bei drei Filterelementen, zwischen dem zweiten Lamellenfilterelement und dem Gestrückfilterelement liegen. Anstelle einer Schlitzdüse können auch dicht angeordnete Punktdüsen mit passender Ausstoßcharakteristik verwendet werden. An den Auffangrinnen 16 können die Wasser senken über die Filterplattenbreite verteilt in Abständen angeordnet sein und einen eigenen Ablaufkanal speisen, der unter den Rinnen verläuft.

[0021] Fig. 4 veranschaulicht eine abgewandelte Ausführung, die sich zunächst dadurch auszeichnet, daß die einzelnen Stappen des Zwischenraums 9 gegenüber der Senkrechten eine gewisse Anstellung oder Schräge aufweisen, durch die berücksichtigt wird, daß der Wasservorhang durch die Luftströmung beiseite gedrückt wird. Die Mitte der Auffangrinnen 16 ist somit nicht genau unter den Schlitzdüsen 15, sondern etwas seitlich versetzt, aber doch nur soweit, daß die Schlitzdüsen 15 sich noch über den Auffangrinnen 16 befinden und beispielsweise bei eingeschalteter Was-

4

serströmung, aber noch nicht eingeschalteter Luftströmung nicht das Wasser aus der Filterplatte herausläuft.

[0022] Die Filterelemente sind hierbei ebenfalls schräg angeordnet, und sind obendrein auf die Höhe der Wasservorhang-Stufen gekürzt und im Bereich des Zulaufkanals 14 unterbrochen. Sie liegen mit ihrer Oberkante am Rand dieses Zulaufkanals an und reichen unten bis in die Nähe des Bodens der Auffangrinne 16. Bei dieser Bauart und einer zweckmäßigen leicht herstellbaren Verbindung zwischen den Filterelementen und den Elementen des Wasservorhangs kann die Filterplatte aus in horizontaler Querrichtung erstreckten modulartigen Längsteilen aufgebaut sein.

[0023] Je nach Düsenkonstruktion und zur Verfügung stehender Wassermenge sowie durchgeleiteter Luftmenge kann angenommen werden, daß nicht die gesamte Längsschnittfläche des Zwischenraums 9 einen durchgehenden Wasservorhang bildet, sondern daß dieser Vorhang kleinere und größere Unterbrechungen aufweist. Dies erklärt sich zum Teil aus Düsenpartien, in denen der Durchströmungswiderstand etwas höher ist, so daß sie bei mäßigem Zulaufwasserdruck umgangen werden, oder auch daraus, daß zwischen Punktdüsen wasserfreie Zwickel verbleiben. Außerdem kann die Luftströmung auch größere Löcher in den Vorhang reißen. Die Filterwirkung ist trotzdem auch durch den verbliebenen Wasservorhang noch verbessert, außerdem wird die Verbesserung der Brandsicherheit dadurch kaum vermindert. Es wird deshalb davon ausgegangen, daß im Rahmen der Erfindung eine Flächendeckung von 50%, vorzugsweise aber von 75% der möglichen Wasservorhangsfläche zur Verwirklichung der erfinderischen Idee genügt. Idealerweise füllt der Wasservorhang angenähert 100% der Luftdurchsatz-Querschnittsfläche.

[0024] Die Fig. 5 und 6 veranschaulichen die Verwendung der Filterplatten 1 in einer Bauweise als standardisierte Blöcke in einer schematisch mit rechteckigen Querschnitten dargestellten Dunstabzugshaube 21, die über einem Großküchenherd 22 angeordnet ist, von dem die Abluft 10 in Form von insbesondere fetthaltigen und geruchsbehafteten Wrasen aufsteigt und durch die Filterplatten 1 und somit durch die Wasservorhänge 13 durch ein in Fig. 6 nicht dargestelltes – Sauggebläse 23 angesaugt wird. Das Sauggebläse 23 kann die gefilterte Abluft nach draußen abgeben, die Anlage kann jedoch aufgrund der Vollständigkeit der Filterung auch als Umluftfilteranlage betrieben werden, die die gereinigte Abluft unmittelbar oder über Luftkanäle, die zu entfernteren Stellen des Raumes führen, wieder ausstößt. In Fig. 5 ist noch eine Beleuchtung 25, wie sie bei Dunstabzugshauben üblich ist, angedeutet.

[0025] Das Wasser der Wasservorhänge 13 wird in den Auffangrinnen 16, die in der Verlaufsrichtung der Platten 1 leicht schräg angeordnet sind, gesammelt und dann über eine Sammel-Ablaufleitung 26 aus der Dunstabzugshaube 21 herausgeführt. In den Luftvorhängen 13 nimmt das Wasser einen Teil der Wärme aus der Abluft 10 auf und in der Darstellung von Fig. 6 ist ein Wärmetauscher 27 angedeutet, in dem das Wasser diese Wärme wieder für beliebige Nutzzwecke abgibt. Das Wasser selbst kann in nicht dargestellter Weise nach einer Aufbereitung auch im Kreislauf wieder in die Filteranlage eingeleitet werden.

[0026] Bei der Anordnung nach den Fig. 5 und 6 richtet sich die Zahl der parallelgeschalteten Platten 1 nach der Größe des Herds 22 und somit der Dunstabzugshaube 21. Die einzelnen Platten 1 können beispielsweise in konstanter Breite, aber nach der verlangten Filterleistung variierender Höhe angeboten werden, als Beispiel seien 25 cm Breite und 90 cm Höhe genannt. Als mittlere Leistung kann ein Luftdurchsatz von 250 m<sup>3</sup>/h je Platte 1 genannt werden.

## DE 101 27 678 A 1

5

6

## Patentansprüche

1. Luftfilter, bestehend aus einer Filterplatte (1), in der parallel wenigstens zwei plattenförmige Filterelemente (2, 3, 4), hinsichtlich der Luftströmungsrichtung hintereinander, mit einem dazwischen liegenden schmalen flachen Zwischenraum (9) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich im Zwischenraum (9) parallel zu den plattenförmigen Filterelementen (2, 3, 4) gerichtete Wasserdüsen (15) und auf diese ausgerichtete Wasser-Auffangarmaturen (16) zur Erzeugung eines Wasservorhangs (13) befinden, der mehr als die Hälfte der Flächenerstreckung des flachen Zwischenraums (9) belegt.
2. Luftfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Zwischenraum (9) mehrere parallele Reihen von Wasserdüsen (15) und Wasser-Auffangarmaturen (16) befinden.
3. Luftfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Wasserdüsen (15) und den dazugehörigen Wasser-Auffangarmaturen (16) jeweils nicht mehr als 15 cm beträgt.
4. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (15) Schlitzdüsen sind und eine Wasserausstoßrichtung nach unten haben.
5. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wasser-Auffangarmaturen Rinnen (16) sind, die eine Neigung in Richtung zu einer Senke haben.
6. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterplatte (1) eine Neigung zur Vertikalen in Abhängigkeit von der nominellen Abluftgeschwindigkeit im Luftfilter hat.
7. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß von den plattenförmigen Filterelementen (2, 3, 4) wenigstens eines ein Filterelement (2, 3) aus Wirbelstromfilter-Lamellen (5) und wenigstens eines ein Filterelement (4) aus einem Drahtgitter, insbesondere ein Gestrickfilter, sind.
8. Luftfilter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterplatte (1) drei plattenförmige Filterelemente (2, 3, 4), nämlich zwei Filterelemente (2, 3) aus Wirbelstromfilter-Lamellen (5) und ein Filterelement (4) aus Drahtgitter, umfaßt und sich die Wasserdüsen (15) und Wasser-Auffangarmaturen (16) im Zwischenraum (9) zwischen den Filterelementen (2, 3) aus den Wirbelstromfilter-Lamellen (5) befinden.
9. Verfahren zum Betrieb des Luftfilters nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß man im Luftfilterbetrieb zwischen den Wasserdüsen und den Wasser-Auffangarmaturen einen zusammenhängenden Schwallwasservorhang erzeugt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß man für den Schwallwasservorhang Wasser mit einem darin gelösten Fettlösungsmittel verwendet.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß man das Wasser für den Schwallwasservorhang von den Wasser-Auffangarmaturen zu den Wasserdüsen rezirkuliert.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

DE 101 27 678 A1

Int. Cl.7:

B 01 D 45/10

Offenlegungstag:

2. Januar 2003

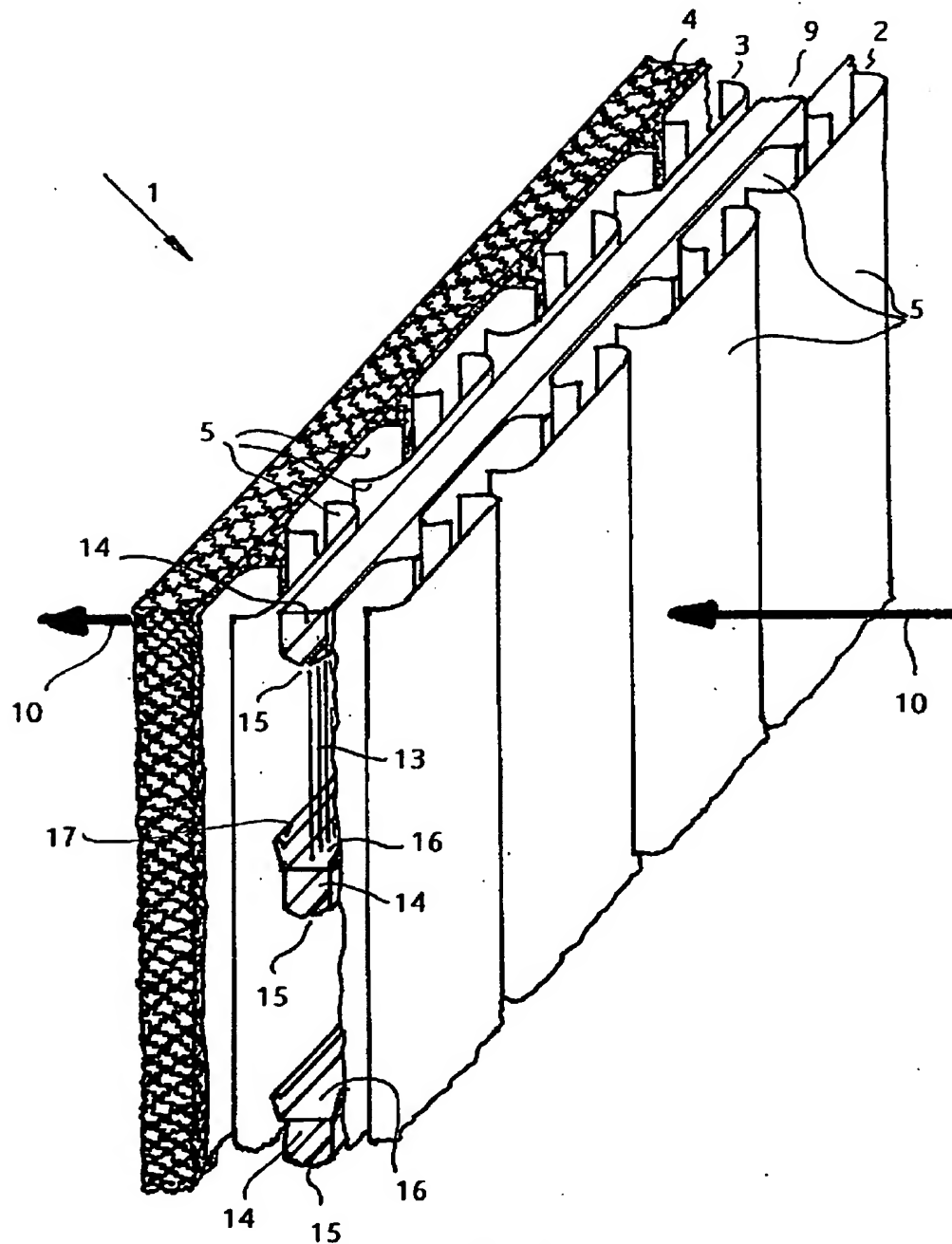


Fig. 1

102 610/96

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:

DE 101 27 678 A1

Int. Cl.7:

B 01 D 45/10

Offenlegungstag:

2. Januar 2003

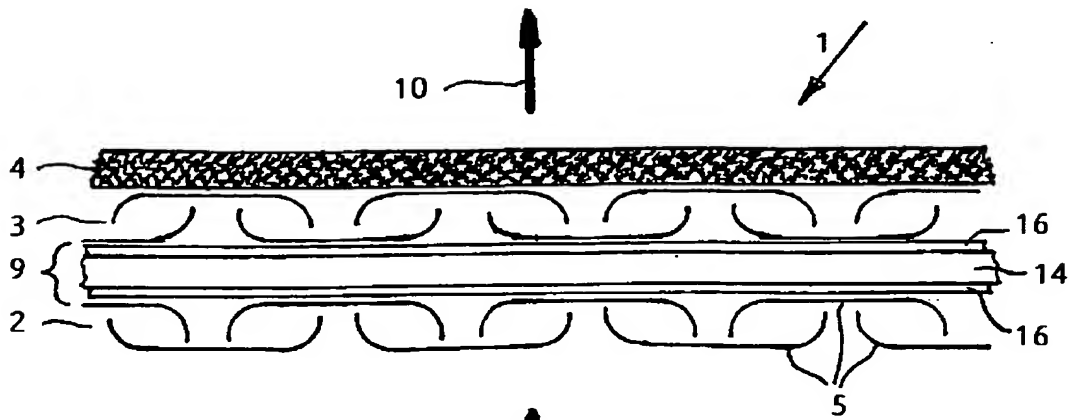


Fig. 2

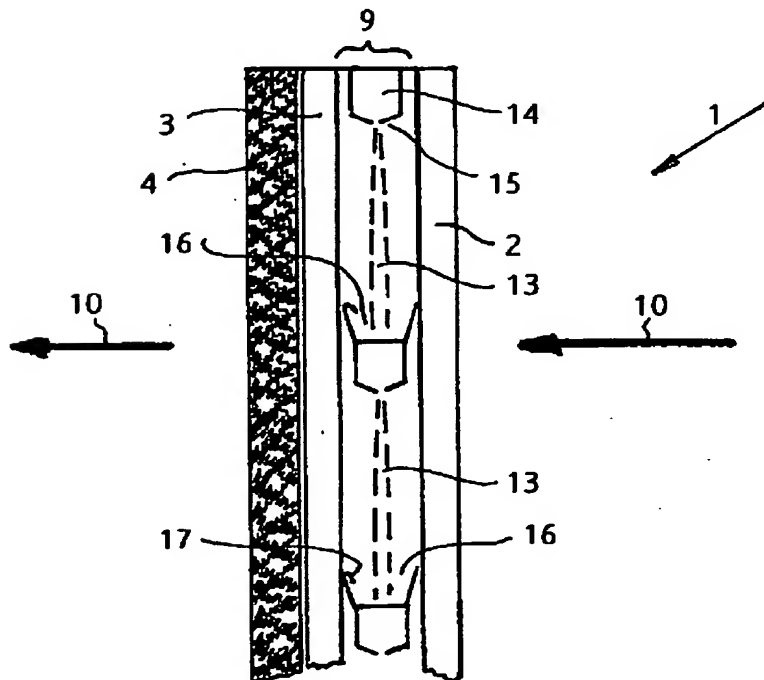


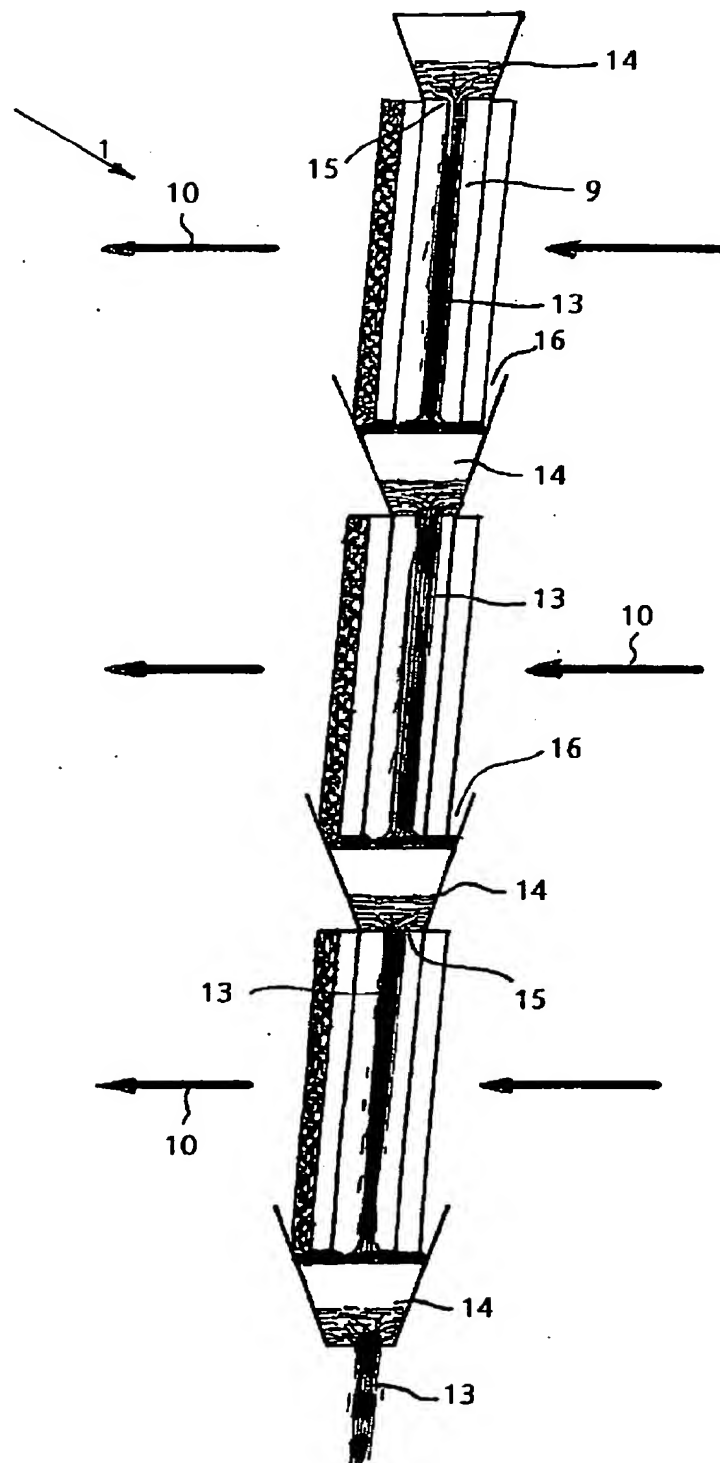
Fig. 3

102 610/96

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 101 27 678 A1  
B 01 D 45/10  
2. Januar 2003

**Fig. 4**

102 610/96



ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 101 27 678 A1  
B 01 D 45/10  
2. Januar 2003

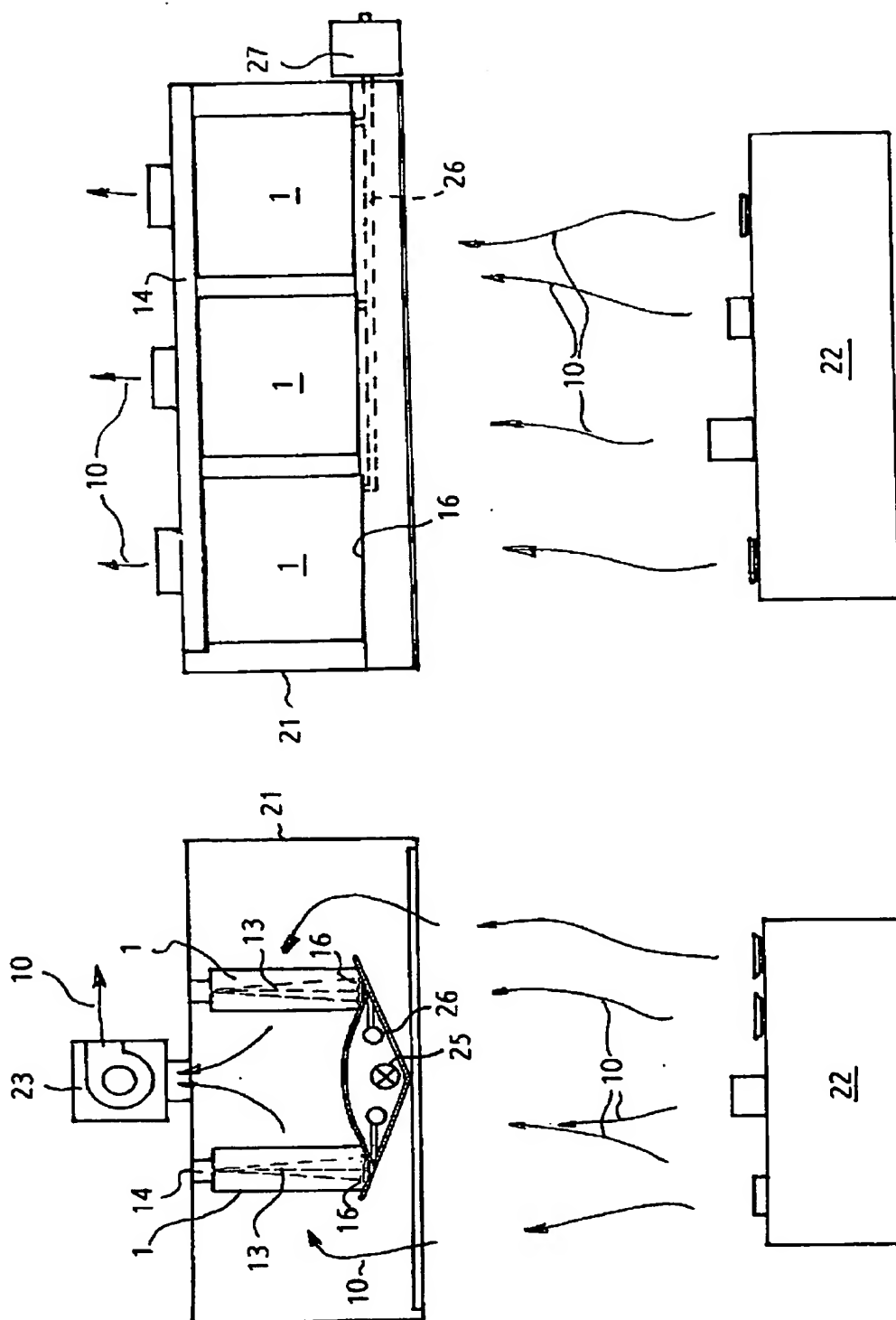


Fig. 6

Fig. 5

102 610/96